Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven

Herausgegeben von

H. Friedrich
Direktor des Instituts für Meeresforschung

Band III

mit 60 Tafeln und 8 Textabbildungen und Karten

1955
Kommissionsverlag Franz Leuwer, Bremen

Druck: Nordwestdeutscher Verlag Ditzen & Co., Bremerhaven

Inhaltsverzeichnis

zu Band III

Bock, K. J. Einige Zahlen zur Bewuchsdichte von Epizoen auf Laminarien aus der östlichen Kieler Bucht ..... Seite 42

Brandes, C.-H. Uber eine neue Art der parasitischen Copepoden: Pseudocycnus thynnus n. sp. Mit 2 Tafeln 190

Friedrich, H. Die Planktonkunde des Meeres, ein Ergebnis integrierender Forschung 1

— Uber den Stand unserer Kenntnis der Arten im marinen Pelagial 34

— Materialien zur Frage der Artbildung in der Fauna des marinen Pelagials. Mit 1 Karte 159

Höhnk, W. Studien zur Brack- und Seewassermykologie IV: Ascomyceten des Küstensandes. Mit 2 Tafeln 27

— Studien zur Brack- und Seewassermykologie V: Höhere Pilze des submersen Holzes. Mit 9 Tafeln und 1 Karte 199

— und K. J. Bock. Ein Beitrag zur Ökologie der saprophytischen Wasserpilze. Mit 3 Tafeln und 1 Textabbildung 9

Kühl, H. und H. Mann. Uber die Hydrochemie der Ems. Mit 12 Tafeln 126

Lüneburg, H. Beiträge zur Hydrographie der Wesermündung. III. Teil: Vergleichende Wattuntersuchungen im Bereich der Wesermündung. Mit 21 Tafeln und 2 Textabbildungen 66

— Die Verteilung der Sinkstoffe in den Seitenräumen der Wesermündung. Mit 9 Tafeln und 1 Karte 228

— Schlickfall-Messungen an der Luneplate bei Bremerhaven. Mit 1 Textabbildung 266

Strenzke, K. Verbreitung der Collembolen der deutschen Nord- und Ostseeküste. Mit 4 Tafeln 46

Ein Beitrag zur Ökologie der saprophytischen Wasserpilze

Von W. Höhnk und K. J. Bock[1])

Etwa 15 km östlich von Bremerhaven liegt an der Grenze zwischen Moor und Geest ein kleines Naturschutzgebiet um den etwa 6,5 ha großen Silbersee. Lundbeck (1951) stellt diesen See in seiner Einteilung der sauren Binnenseen Nordwestdeutschlands zur Gruppe der tiefen Heideseen, die sich bei verhältnismäßig großer Tiefe durch Oligotrophie auszeichnen.

Unter diesen tiefen Heideseen nimmt der Silbersee eine gesonderte Stellung ein. Im Westen grenzt er an das Bülter Hochmoor, im Osten an die sandige Geest. Nähere Untersuchungen über das Verhältnis zu den anderen Seen des Gebietes hat Lundbeck (1951) veröffentlicht. Seine Ergebnisse sollen hier nicht wiederholt werden.

Schildern wir nun kurz die örtliche Beschaffenheit unseres Untersuchungsgewässers. Der flache Ostteil des Sees weist sandigen Grund auf, der tiefere Westteil dagegen muddigen Boden. Entsprechend diesen Gegebenheiten ist auch eine unterschiedliche Flora auf dem submersen Uferhang vorhanden. Der flache Ostteil des Sees ist als *Lobelietum* zu kennzeichnen. Ein *Isoetum* schließt sich tiefenwärts an. Der Süd-, West- und Nordostteil wird am Ufer von einem *Typha-phragmitetum* eingenommen, das besonders an einigen flacheren Stellen des Südufers beträchtliche Breite erreichen kann. Im allgemeinen ist aber diese Zone infolge des Steilabfalls zur Tiefe hin nicht besonders breit entwickelt. Auf dem Lande umzieht ein Gürtel von *Myrica gale* das Ufer, der nur im Nord- und Nordostteil von sandigem Wiesenufer unterbrochen wird. An der Südostseite des Sees steht auf einer Sanddüne eine kleine Kiefernanpflanzung. Die weitere Umgebung wird nach Osten hin von Geestäckern und nach Süden hin von Weiden eingenommen. Nach Westen dehnt sich das Bülter Hochmoor aus. An der Nordseite geht das feuchte Moor in sandige Heide oberhalb eines feuchten Ufers über. Stellenweise steht am Nordwestufer Bruchwald. — Nur zwei Häuser[2]) liegen am See. Ein Gehöft jenseits der am Ostufer entlangführenden Straße und ein kleines Anwesen auf einer niedrigen Geesterhöhung an der Nordostecke, etwa 50 m vom Ufer entfernt.

Das Becken des Sees wird vom Ostufer aus allmählich tiefer. Nach einem nahe vor der Mitte des Sees beginnenden Steilabfall erreicht man den tiefsten Punkt, an dem wir 11,50 m loteten. Von dort aus steigt der Boden, ebenfalls wieder ziemlich steil, zu den anderen Seiten des umgebenden

[1]) Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte die Arbeit durch Gewährung eines Stipendiums an den zweitgenannten Autor.

[2]) Den Besitzern, insbesondere Herrn Kant, danken wir für die Bereitstellung des Bootes.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/veroffentlichungen-des-instituts-fur-meeresforschung_1955_3

Ufers an. Der tiefste Punkt des Sees liegt über die Seemitte nach Nordwesten hin verschoben (Tafel 1).

Größere Zuflüsse wurden nicht festgestellt, wohl aber einige Zuzugsgräben, die aus dem westlichen Moor kommen. In ihnen steht das Wasser gewöhnlich, nur gelegentlich zieht es, träge und langsam. Für die Höhe des Wasserspiegels sind das Grundwasser der Umgebung, der Niederschlag und die Verdunstung maßgebend. Ein bestimmter Wasserstand des Sees kann auch nicht überschritten werden, weil an der Südostecke eine Rabatte gegraben ist. Bei unseren Besuchen lag sie trocken oder hatte einige kleine Wasserpfützen.

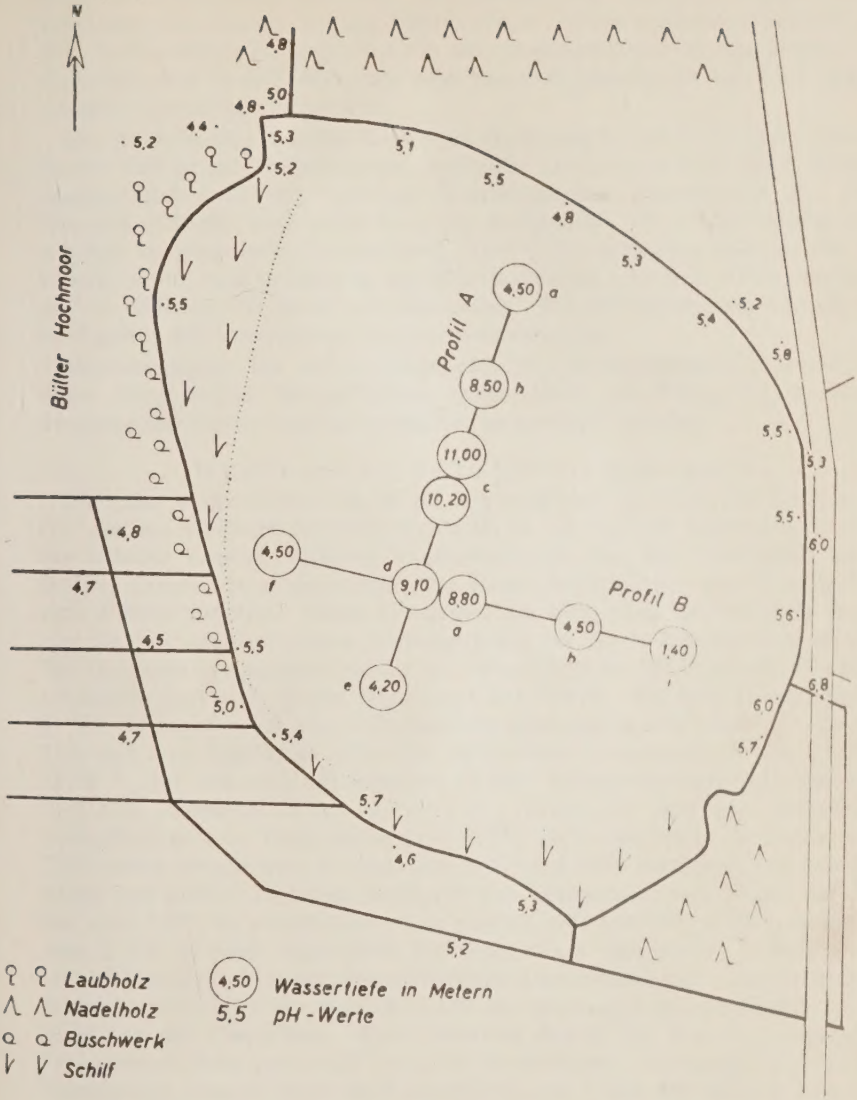
Material und Methodik

Es sollte die Besiedlung des Sees mit aquatischen Pilzen untersucht werden. Um den ganzen Wasserkörper zu erfassen und um nicht von Zufallsfunden abhängig zu sein, wurden systematisch Köder verteilt. Die getroffene Auswahl engte naturgemäß die Ausbeute qualitativ ein. Nur saprophytische Pilze, vorzüglich *Oomycetes*, konnten auf diese Weise regelmäßig gefangen werden. Die Absicht war, zu prüfen, ob zwischen Pilzbesiedlung und hydrographischen Verhältnissen im See Abhängigkeiten bestehen, und gegebenenfalls, welcher Art sie sind oder sein können. Eine systematische Bearbeitung der Funde konnte in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht mehr abgeschlossen werden. Sie wird im zweiten Teil folgen.

Nach unseren Lotungen wurde ein Achsenkreuz nach markanten Landmarken festgelegt (Tafel 1). Die eine Achse hatte etwa Nord-Süd-Richtung und war das Profil A, die andere etwa Ost-West-Richtung und bildete das Profil B. Beide Profile wurden stets gleichzeitig beköder t, insgesamt viermal, und zwar am 19./23. 4., 2./6. 6., 27. 6. bis 2. 7. und 8./11. 7. 1953. In beiden Profilrichtungen wurden in 40 bis 50 m Abstand Köderleinen ausgelegt, deren oberes Ende an einer Holzplatte als Schwimmer befestigt war. Senkrecht im Gewässer gehalten wurden diese Leinen durch ein am unteren Ende angebrachtes Gewicht. Die Länge der Leinen entsprach der Tiefe des jeweiligen Serienstandortes, die vorher gelotet wurde.

Als Köder wurden in die aus grober Müllergaze (Grießgaze) bestehenden Beutel jeweils ein Maiskorn, einige Reiskörner und Hanfsamen sowie Ameisenpuppen gebracht. Der oberste Köderbeutel wurde auf — 0,20 m an den Leinen befestigt. Nun folgte jeweils 1,5 m tiefer der nächste. Es ist also die oberste Probe aus 0,20 m entnommen, die nächste aus 1,70 m, die nächste aus 3,20 m usw. Bei jeder Exkursion wurden acht bis neun solcher Leinen ausgelegt.

Die Köderleinen blieben vier Tage lang im Gewässer. In dieser Zeit siedelten sich die Pilze aus den entsprechenden Tiefenzonen auf den Ködern an. Es ist natürlich möglich, daß beim Aufholen der Leinen, das so schnell wie möglich vor sich ging, eine sekundäre Infektion aus den oberen Wasserschichten erfolgte. Die Möglichkeit der Fehldiagnose wurde jedoch durch die anschließend oder spätestens nach zwölf Stunden vorgenommene Durch-



Tafel 1. Karte des Silbersees. Die Tiefenangaben sind in Kreise eingezeichnet. Die anderen Zahlen geben die gemessenen pH-Werte an.

sicht im Laboratorium verhutet. In dieser kurzen Zeit kann keine Sekundarinfektion von den hier einbezogenen Wasserpilzen storende Hyphen bilden. Erst nach einigen Tagen traten sie auf, insgesamt nur wenige Male. — Der Gedanke, daß es sich dabei um eine Successionsfolge in der Tiefe handelt, ist ohne Grundlage geblieben.

Die Köderbeutel wurden nach dem Aufholen sofort in sterile Glaser gebracht und so ins Laboratorium geschafft. Dort wurden sie in Petrischalen ausgebreitet und mit sterilem Standortwasser übergossen. In diesem Medium erfolgte dann auch die erste Durchsicht. Um Reinkulturen für die weitere systematische Bearbeitung (Teil II) zu erhalten, wurden die Pilze, soweit es die Zeit gestattete, auf Nährboden nach Höhnk (1934) übertragen und in üblicher Weise weiter behandelt. Die Belegkulturen befinden sich im Institut für Meeresforschung in Bremerhaven.

Wasserproben für die hydrographischen Bestimmungen*) wurden mit einer Meyerschen Schöpfflasche entnommen, die Temperaturmessungen konnten mit einem Kipptherm ometer ausgeführt werden.

Hydrographische Untersuchungen.

Ein sehr wesentlicher Faktor im Lebensablauf der Pilze ist die Temperatur, die am Standort herrscht (Textabb. 1). Im Winter trifft man im Silbersee infolge Windeinwirkung Vollzirkulation von der Oberfläche bis zum Boden. Damit ist automatisch eine Homothermie von der Oberfläche bis zum Boden gegeben. Diese Homothermie hält auch im Frühjahr noch an und ist bei unserer ersten Untersuchung im April bestimmend gewesen. Die Gewässertemperatur beträgt zu dieser Zeit 8—10° C an der Oberfläche, schwankt also auch in der Tiefe um diese Werte. Bei den Messungen vom 6. VI. 53 ergibt sich eine Oberflächentemperatur von 15,90° C. Zwischen 2 m und 3 m liegt eine schwache thermische Sprungschicht von 15,19° auf 12,75° C, der sich noch ein weiterer kleiner Temperatursprung zwischen 4 m und 5 m anschließt (4 m: 12,73°; 5 m: 11,38°). In Ufernähe herrscht eine wesentlich höhere Temperatur von 16,28° als in der Mitte des Sees, wo die Tiefenserie genommen wurde. Danach wäre also zwischen warmer Oberfläche und kühler Tiefe ein Absinken der Temperatur von 16,28° auf 11,29°, das sind 5,01°, zu verzeichnen, was sich bei der zweiten vollständigen Serie vom 2. VII. 53 noch wesentlich verstärkt zeigt. Bei dieser Messung ergibt sich während einer anhaltenden Hochdruckwetterlage mit sommerlich heißen Temperaturen über der tiefsten Stelle des Sees eine Wassertemperatur von 26,58° an der Oberfläche. Nach leichtem Abfall bis etwa 1 m springt die Temperatur dann auf 14,00° in 3 m Wassertiefe. Unterhalb 4 m fällt die Temperatur erneut, jetzt aber allmählich, zur Tiefe hin ab und erreicht in 8 m 11,25°, in 9 m 11,22°, also praktisch Homothermie in der Tiefe. Durch den Sprung, der sich auch in flacheren Teilen des Sees auffinden läßt, wird also während der heißen Jahreszeit eine warme Deckschicht von einer

*) Die hydrochemischen Bestimmungen führte Dr. Lüneburg, Leiter der Hydrographischen Abteilung an unserem Institut, aus.

darunterliegenden kühleren Schicht scharf getrennt. Gegenüber den Messungen vom 6. VI. ist am 2. VII. nur in der Oberschicht, nicht in der Tiefe, eine Erwärmung eingetreten. Damit zeigt sich, daß zu dieser Jahreszeit bei fast stets nur schwachen Winden eine Vollzirkulation nicht vorhanden ist.

Weiterhin ist für unsere Betrachtung der Sauerstoffgehalt von Bedeutung, der ein ähnliches Verhalten wie die Temperatur zeigt (Textabb. 1). Im

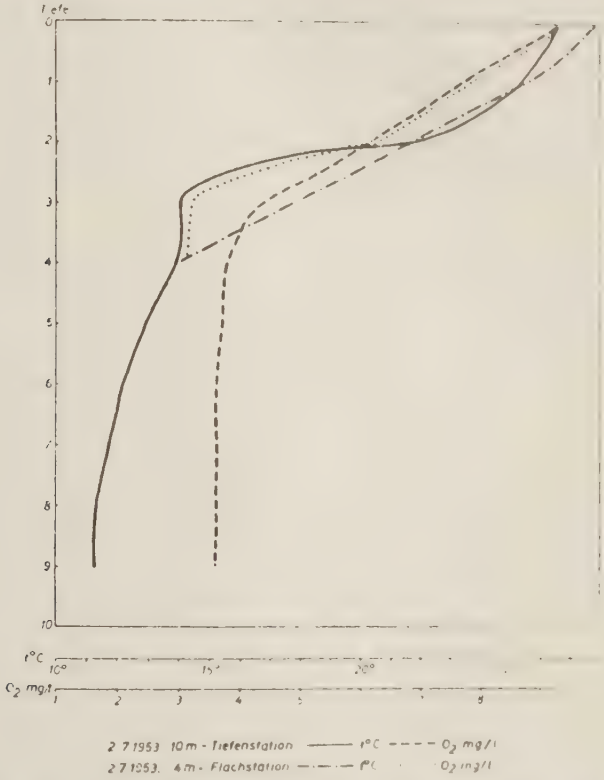


Abb. 1. Temperatur- und Sauerstoffkurven für die Messungen am 2. 7. 1953 auf einer 10 m tiefen und einer 4 m tiefen Station.

Frühjahr ergeben sich Werte um 11 mg O_2/l in der ganzen Wassersäule. Nur an der Oberfläche wird 14 mg O_2/l gemessen. Im Juli wird ein ganz anderes Bild angetroffen. An der Oberfläche sind 9 mg O_2/l zu finden. Diese Menge verringert sich zur Tiefe hin etwa parallel zum Abfall der Temperatur. In 9 m Tiefe sind 4 mg/l gemessen worden. In flacheren Gebieten zeigt die Sauerstoffkurve einen Abfall von 7 mg/l an der Oberfläche auf 3 mg/l

zwischen 2 m und 3 m Wassertiefe. Die Sättigungswerte fallen in der ganzen Wassersäule nicht unter 30 %. An der Oberfläche findet sich überall eine Übersättigung von etwas über 110 % O_2.

Die pH-Werte seien aus der Tafel 1 entnommen. Es zeigt sich, daß der Silbersee, wie auch schon LUNDBECK (1951) angibt, zu den sauren Seen gehört. Nach unseren Messungen weist der See einen pH-Wert von 4,8 bis 6,0 auf. Hingewiesen sei dabei auf die Erscheinung, daß sich die niedrigen pH-Werte von 4,8 bis 5,5 am ganzen Ufer des Sees finden. Nur in der Nähe des Hauses an der Ostseite trifft man auf höhere pH-Werte von 6,0, die vielleicht mit irgendwelchen vom Gehöft dort eingeleiteten Abwässern in Zusammenhang zu bringen sind. Die Umgebung des Sees wurde ebenfalls auf ihre pH-Werte untersucht. Dabei ergab sich, daß das im Westen gelegene Bülter Hochmoor in seinen Wasserstellen Werte unter 5,0 aufweist. Die im Osten des Sees gelegene Geest zeigt dagegen Werte über 5,0 bis 6,0.

Tabelle 1

Ergebnisse der chemischen Untersuchung vom 23. IV. 1953

	4 m	9 m
Sauerstoff (mg O_2/l)	10,8	10,8
Gelbstoff (E/5 cm)	60	65
Gesamt-Trübe (mg/l)	3	30
Sulfat (mg/l)	20,1	25,2
Phosphat-P (γ/l)	29	27
Nitrat-N (γ/l)	230	230
Ammoniak	—	—
Nitrit	—	—
Silikat (γ/l)	1940	2220
Eisen (mg/l)	0,41	0,81
Härte	2,0	2,0
Ca O (mg/l)	20	20

Nach der Tab. 1 erweisen sich alle anderen Faktoren, soweit sie untersucht werden konnten, ebenfalls als für ein sauberes Gewässer kennzeichnend. Verschmutzungen konnten nach unseren stichprobenartig zur Orientierung angelegten chemischen Untersuchungen nicht festgestellt werden. Es mag sein, daß der sommerliche Badebetrieb höhere Werte als die in der Tab. 1 angegebenen bringen mag. Doch liegen uns hierüber keine Untersuchungen vor.

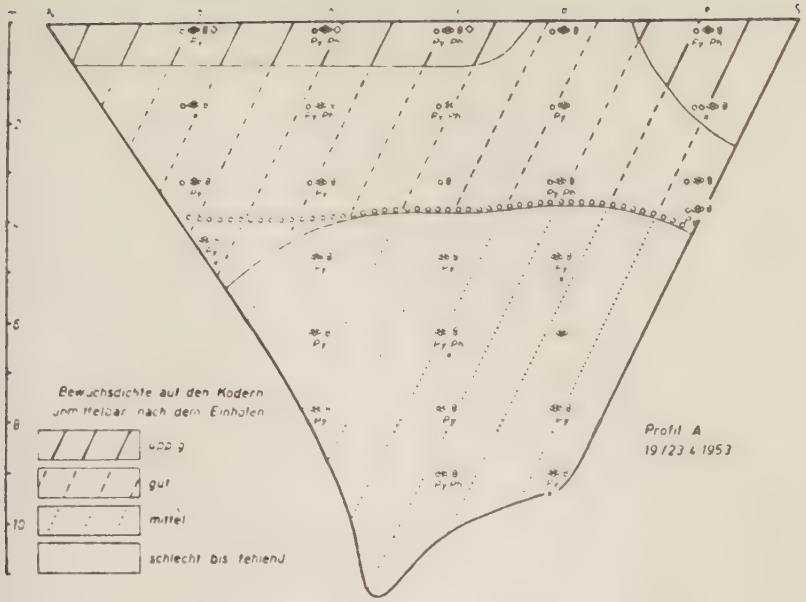
Verteilung der Pilze im Silbersee.

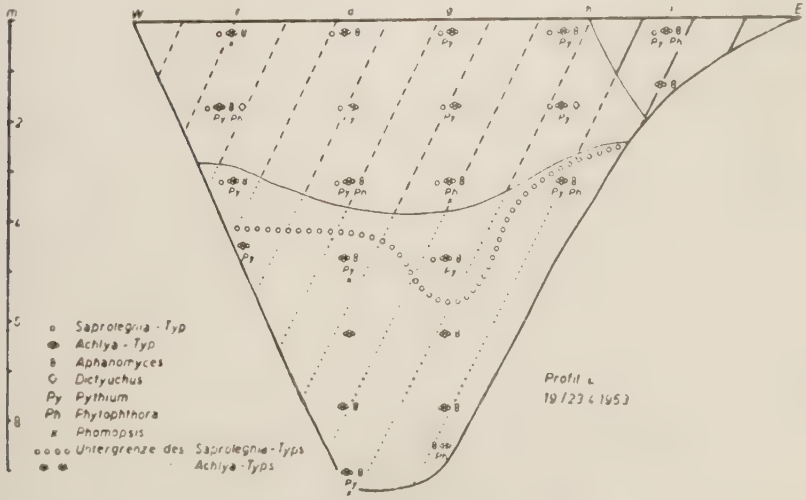
Zur Unterscheidung der Funde im Silbersee sollen in diesem ersten Teil der Arbeit nicht die einzelnen Arten herangezogen werden, sondern die

Gruppierung der Gattungen in Sporulationstypen, wie sie von Höhnk (1933, 1934) für die ***Saprolegniaceae*** beschrieben worden ist. Danach sind in unseren Funden die Sporulationstypen II, III und IV vertreten. Zum Sporulationstypus II gehören die Arten, die ihre Zoosporen sofort nach der Öffnung des Sporangiums in das freie Wasser ausschwärmen lassen. Das sind die Gattungen *Saprolegnia, Isoachlya* und *Leptolegnia*. Der Sporulationstypus III ist durch die Formen vertreten, die das erste Schwärmstadium der Zoosporen unterdrücken, ihre Zoosporen vor der Sporangienöffnung sammeln und sie erst nach einer gewissen Ruhezeit in das umgebende Wasser schwärmen lassen. Hier zählen besonders die Gattungen *Achlya* und *Aphanomyces*. Die Gattung *Dictyuchus* repräsentiert hier den Sporulationstypus IV. Das erste Schwärmstadium der Zoosporen ist hier auch unterdrückt; die individualisierten Sporen verbleiben aber im Sporangium und umhäuten sich hier. Sie verlassen später einzeln durch einen eigenen Tubus ihre erste Zyste *(Dictyuchus)* oder werden befreit durch Zerbrechen oder Auflösung der Sporangienwand (z. B. *Thraustotheca, Brevilegnia*). *Dictyuchus* ist unter diesen eine Oberflächenform des Ufersaumes, während die anderen vorzüglich Bodenformen des Ufers sind. Die Sporulationstypenreihe der ***Pythiaceae*** ist ökologisch nicht in gleichem Maße verwertbar und wurde darum für diese Betrachtung nicht herangezogen. — Die außerdem noch eingefangene *Phomopsis* ist ein ***Fungus imp.***, der Pycnidien bildet, wie die terrestrischen Vertreter auch.

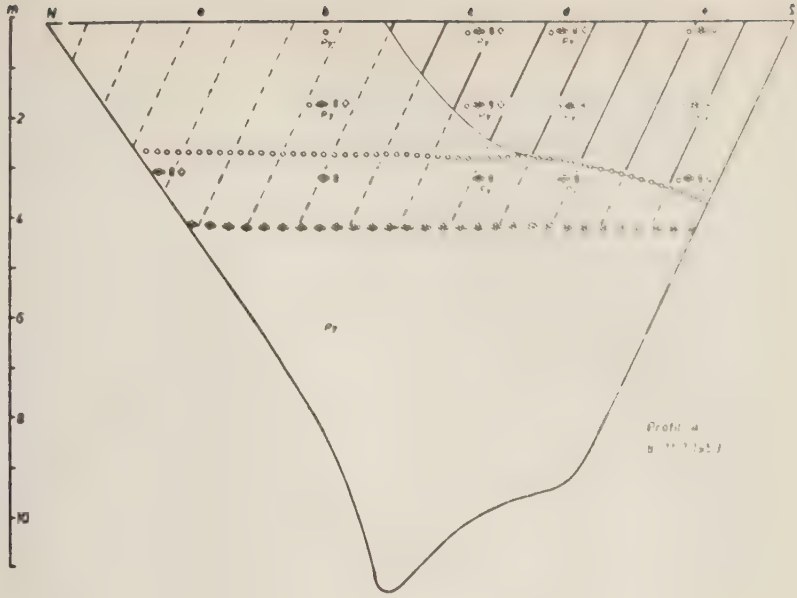
Die quantitative Verteilung der Pilze im See wurde nach Schätzungen der Bewuchsdichte an den einzelnen Ködern festgestellt. Dabei wurde der Befall der Köder nach folgenden Gruppen eingestuft: Üppig (der Köder ist von einem dichten Gewirr von Hyphen überdeckt), gut (den Köder umsäumt ein dichter Hyphenkranz), mäßig (der Köder zeigt einen spärlichen Bestand an Hyphen) und schlecht (am Köder sind nur vereinzelte oder auch keine Hyphen vorhanden). Die Beurteilung der Köder in den einzelnen Petrischalen erfolgte ohne Kenntnis der Zusammenhänge in unregelmäßiger Reihenfolge. Trotzdem ist die Schätzung in manchen Grenzfällen wohl noch subjektiv zu nennen und mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Wir halten aber die Reproduzierbarkeit der Werte unter ähnlichen Umständen für gegeben.

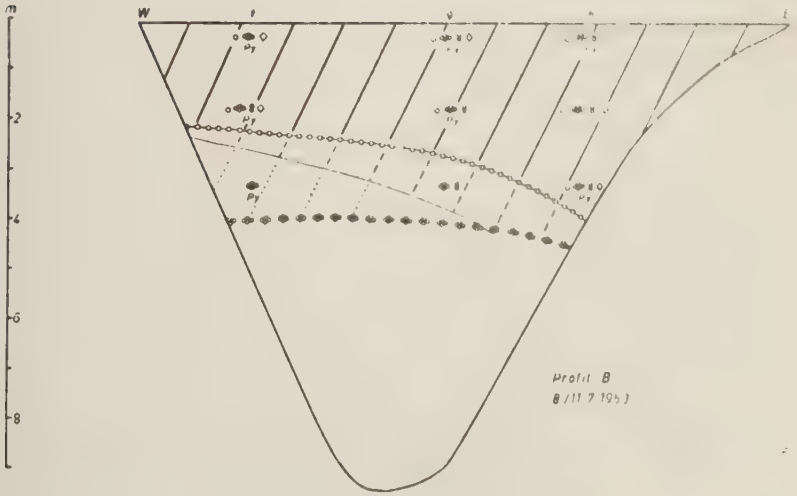
In den Aprilserien, die vom 19. IV. 53 bis zum 23. IV. 53 im Silbersee gelegen hatten, zeigte sich bei der ersten Durchsicht in der ganzen Oberflächenschicht im Profil A mit Ausnahme der Mitte eine üppige Entwicklung des Bewuchses. Es waren also alle Köder sehr reichlich mit den in Tafel 2 angegebenen Sporulationsformen bewachsen. Von der Nordseite des Sees bis zur Mitte findet sich zu dieser immerhin noch recht kühlen Jahreszeit üppiges Wachstum nur in der Oberflächenschicht, schon nicht mehr in Tiefen um 1 m. Nur in der eutrophen Südecke des Sees geht diese üppige Besiedlung bis 2 m hinab. In der Mitte des Gewässers findet man in dieser Schicht nur guten Bewuchs, wie es in allen Proben des





Tafel 2. Die Oomycetenbesiedlung nach Fängen auf beiden Profilen am 19. 23. 4. 1953.





Tafel 3. Die Oomycetenbesiedlung nach Fängen auf beiden Profilen am 8./11. 7. 1953.

Profils A auch für die Tiefen bis etwa 4 m anzutreffen ist. Erst unterhalb dieser Tiefe findet sich mäßiger Besatz der Köder, der sich bis zum Boden hin verfolgen läßt. Das Profil B zeigt nur in der Ostecke bei dem Gehöft üppige Besiedlungsdichte. Sonst ist die gesamte Oberflächenschicht einschließlich der direkt unter der Wasseroberfläche liegenden Köder nur mit gutem Bewuchs versehen. Die Grenze zum mäßigen Bewuchs ist auch hier bei etwa 4 m zu suchen.

Ein Blick auf die Verteilung der Sporulationsformen im Gewässer zeigt auch wieder eine deutliche Gliederung der Besiedlung. In den oberen Wasserschichten herrschen die *Saprolegnia*-Sporulationsformen vor. Bis etwa 4 m Tiefe geht ihre Verbreitung um diese Jahreszeit. Ihr Auftreten ist in beiden Profilen A und B gleichmäßig zu bemerken. Lediglich an einer Stelle gehen die Myzelien des *Saprolegnia*-Typus bis auf etwa 6,50 m hinunter. Eine Erklärung für diese Ausnahme konnte nicht ermittelt werden. Unterhalb der 4-m-Linie treten sonst überall die Formen des *Achlya*-Typus in den Vordergrund. Dieser Typus ist auch in der oberen Wasserschicht vorhanden, wird dort aber von den Angehörigen des *Saprolegnia*-Typus weitgehend überdeckt. Im ganzen kann man bei beiden Profilen feststellen, daß die Verbreitungsgrenze des *Saprolegnia*-Typus mit der Grenze gutmäßig in der Besiedlungsdichte zusammenfällt. Die Arten des *Achlya*-Typus sind in der Lage, auch noch die vom *Saprolegnia*-Typus gemiedenen Gebiete des Gewässers relativ reichlich zu besiedeln, wie es nach den Aprilserien bis zum Boden der Fall ist.

Arten der Gattung *Pythium* sind durch die ganze Wassersäule verbreitet. Ebenso trifft man überall in den Serien unabhängig von der Tiefe eine Art der Gattung *Phytophthora* an. In den Serien des Monats April tritt sie unregelmäßig, nicht üppig und wenig dicht auf. Sie lebt hier also, wie auch schon die fehlende Sporulation und Geschlechtsorganbildung zeigt, in einem fremden Milieu, kommt aber doch allenthalben vor.

Ein ebenfalls unregelmäßig auftretender Pilz gehört der Gattung *Phomopsis* an. Die Art konnte in zahlreichen Proben von der Oberfläche bis zum Boden nachgewiesen werden. Sie wurde nicht näher bestimmt. Die Gattung *Dictyuchus* ist als Oberflächenform in den oberflächennahen Wasserschichten zu Hause. Merkwürdigerweise wurde sie bereits in der ersten Durchsicht am Tage nach dem Aufholen als sporulierende Form in tieferen Proben beobachtet, sie muß also demnach auch gelegentlich in tieferen Wasserschichten leben können. Ein so schnelles Wachstum, welches von der Spore, die als mögliche Infektion an den Beuteln beim Aufholen hangengeblieben sein mag, innerhalb höchstens zwölf Stunden zu einem kräftig sporulierenden Myzel führt, ist nicht denkbar. Es muß also so sein, daß diese Art auch in tieferen Wasserschichten vorkommen bzw. leben kann, was aber wohl als Ausnahmefall anzusehen ist.

Ein Vergleich der quantitativen und der qualitativen Verteilung der Mikropilze im Gewässer in der Aprilserie ergibt, daß die Besiedlungsdichte

ungefähr mit den Grenzen der Sporulationstypen übereinstimmt. Es zeigt sich, daß der *Saprolegnia*-Typus in der oberen Wasserschicht bis an die Grenze des guten Befalls geht. In der üppigen Zone ist sporulationstypenmäßig gesehen kein Unterschied gegen den Bereich guten Befalls zu konstatieren. In der Zone mäßigen Befalls, das ist in der Tiefe des Gewässers, sind die Formen des *Achlya*-Typus vorherrschend, die *Saprolegnia*-Typen fallen praktisch aus.

Auf den Ködern des zweiten Profils, das in der Zeit vom 2. bis 6. VI. 53 im See ausgelegen hatte, wird eine übereinstimmende Besiedlung der Köder mit Pilzen sowohl in der Längs- als auch in der Querrichtung des Sees gefunden. Es fällt auf, daß in der Tiefe im Gegensatz zu den bisherigen Beobachtungen aus dem April eine sehr schlechte oder überhaupt fehlende Besiedlung der Köder zu beobachten ist. Damit ist schon jetzt der Unterschied gegenüber den Profilen vom April gegeben, der sich zum Sommer hin noch vergrößert. Aber nicht nur in der Tiefe, sondern auch in höheren Schichten des Gewässers sind Veränderungen in der Besiedlungsdichte seit dem April vor sich gegangen. Es treten in der gesamten Oberflächenschicht nirgendwo mehr üppige Besiedlungsdichten auf; wir mußten in allen Proben dieser Zone einen guten Befall feststellen. Unterhalb der 4-m-Isobathe treten auch wieder mäßige Besiedlungsdichten auf. Diese Erscheinung läßt sich auch wieder durch den ganzen See verfolgen. In der Tiefenzone unterhalb der 7-m-Linie findet sich überall schlechter Pilzansatz, der sogar bis zum völligen Fehlen eines Befalls gehen kann. Damit wären die wesentlichsten Züge der quantitativen Verteilung charakterisiert, die auch in diesem Falle mit der Verteilung der Sporulationstypen im Gewässer eng zusammenfallen.

In der Oberflächenschicht, dem Gebiete guter Besiedlungsdichte, finden wir als wesentlichen Faktor wieder den *Saprolegnia*-Sporulationstyp. Daneben treten selbstverständlich, wie auch in der ersten Untersuchung im April, einzelne Formen des *Achlya*-Typus auf. Unterhalb der 4-m-Linie hören die Vertreter des *Saprolegnia*-Typus auf, und nun herrschen überall die Sporulationsformen des *Achlya*-Typus vor. Daneben erscheinen jetzt im besonderen Maße Pythien. *Phytophthora* erweist sich mit der nicht sporulierenden, asexuellen Form als durch die ganze Wassersäule verbreitet. *Phomopsis* tritt in diesen Serien nur sehr selten auf. Auch *Dictyuchus* wurde weder bei der ersten Durchsicht entdeckt noch später aus den Proben isoliert. In der Tiefe, an den schlecht befallenen Ködern, treten *Zoogloea* und *Cladothrix* auf, doch nur sehr vereinzelt. Die Pythien beherrschen hier den Raum.

Als wichtigsten Unterschied dieser Profile zu denen des April kann man zweierlei festhalten. Es ist in allen Tiefen eine wesentlich geringere Besiedlungsdichte als im April festzustellen, was sich in den untersten Wasserschichten unterhalb der 7-m-Isobathe als schlechter bis fehlender Befall der Köder bemerkbar macht. Zum anderen ist der Artenbestand gegenüber dem April erheblich zurückgegangen (siehe Teil II).

Diese beiden Punkte treten in den nun folgenden Serien vom 2. VII. 1953 noch viel deutlicher hervor. Die Köderleinen wurden bei warmem bis heißem sommerlichem Wetter ausgelegt. Leider wurden von den neun ausgelegten Leinen fünf entwendet und zwei verschleppt, so daß nur noch zwei nachweislich am Standort zu finden waren. Diese beiden Leinen ergeben aber in ihrer Anordnung ein repräsentatives Bild der Verhältnisse im Silbersee zur Zeit der heißen sommerlichen Hochdruckwetterlagen.

In den obersten 2 m der Wassersäule findet man bei beiden Leinen eine üppige Entfaltung der Pilze an den Ködern, so wie es in den Oberflächenproben vom April nur an den günstigsten Stellen der Fall gewesen ist. In krassem Gegensatz hierzu geben die Proben aus 3 m Tiefe nur noch eine mäßige Besiedlung. Alle unterhalb der 4-m-Linie liegenden Köder sind als schlecht bzw. überhaupt nicht bewachsen zu bezeichnen.

Um diese sehr überraschenden Ergebnisse zu überprüfen, wurden am 8. VII. noch einmal die Profile mit Köderleinen belegt (Tafel 3). Insgesamt wurden diesmal von den acht ausgelegten Leinen sieben wieder aufgefunden. Eine Leine war durch ein Versehen verschleppt worden. Da uns dies beim Aufnehmen der Leinen sogleich mitgeteilt wurde, entstanden keine Irrtümer.

Leider war die bei den bisherigen Köderbeuteln verwendete Grießgaze (Müllergaze) ausgegangen, und wir mußten auf festen Verbandmull zurückgreifen. Es zeigte sich aber, daß dieser Stoff für dergleichen Untersuchungen weniger geeignet ist. Das Gewebe ist zu locker, als daß es im Wasser und bei Winddrift die Köder zu halten vermöchte, denn nach dem Aufnehmen wurden einige Beutel ohne Köder gefunden. In einem weiteren Teil der Beutel fehlten einzelne Köder. Irgendwelche Fraßspuren von Tieren waren weder makro- noch mikroskopisch zu entdecken. Lediglich mangelnde Festigkeit des Gewebes im Wasser hatte die Köder herausfallen lassen. Trotz dieses unvorhergesehenen Mißgeschicks geben die Serien ein gutes Bild der Besiedlung des Gewässers um diese Jahreszeit mit Mikropilzen.

Die quantitative Verteilung der Pilze an den einzelnen Köderleinen (Tafel 3) ergibt wieder eine reiche Entwicklung in der Oberflächenschicht des Sees. Dabei nimmt die Besiedlungsdichte von Süden und Südosten nach Norden stark ab. Am Südrand des Sees tritt üppiger Bewuchs bis zum Boden (4 m) auf. In der Mitte des Gewässers ist nur noch die oberste Schicht von etwa 1 m üppig befallen. Nach Norden hin ist dann die Bewuchsdichte nur noch als gut zu bezeichnen. In 3 m Tiefe zieht sich eine Schicht gleichmäßig guten Ansatzes durch den ganzen See. Erst darunter wird die Besiedlung ohne Übergang schlecht. Es ist aus den Proben auch bei später wiederholter Durchsicht mehrere Tage nach dem Einbringen ins Labor kein Befall zu konstatieren. Unterhalb der 4-m-Isobathe beginnt also eine bis zum Boden hinabreichende Zone, in der sich zur Sommerzeit an den gebotenen Kodern Pilze der hier untersuchten Gruppen nicht ansiedeln.

Die Verteilung der Sporulationsformen zeigt Parallelen zu den vorhergehenden Untersuchungen. In der bis etwa 2 m Tiefe reichenden Oberflächenschicht finden sich wieder Formen des *Saprolegnia*-Typus. Man trifft auch, wenn auch nicht vorherrschend, Formen des *Achlya*-Typus. In einigen Oberflächenproben erscheint bei der ersten Durchsicht *Dictyuchus sterile* mit seinen abbrechenden Sporangien. Die Gattung *Pythium* ist durch die ganze Wassersäule unregelmäßig verteilt. Auffallend ist das verhältnismäßig geringe Auftreten von *Phytophthora* im Verhältnis zu den vorhergehenden Untersuchungen. Auch *Phomopsis* wurde nicht isoliert.

Zu einem Vergleich der einzelnen Profile untereinander seien die quantitativen Verhältnisse herangezogen, wie sie sich nach der Besiedlungsdichte ergeben. Im April steht eine durch das ganze Gewässer hindurchgehende Besiedlung mit Pilzen von der Oberfläche bis zum Boden vor uns. Dieser Befund zeigt sich als Parallele zu den um diese Jahreszeit herrschenden hydrographischen Verhältnissen völliger Durchmischung der Wassermassen im Gewässer. Daß sich bereits eine Schichtung der Pilzbesiedlung ausgebildet hat, mag als Vorläufer für die späteren Verhältnisse zu betrachten sein. Im Winter, aus dem uns leider keine Untersuchungen vorliegen, müßte dann also in der ganzen Wassersäule eine quantitativ etwa gleichmäßige Besiedlung herrschen. Diese würde in der witterungsmäßig ruhigeren Zeit durch hydrographische Einflüsse aufgespalten werden, je nach den Ansprüchen der einzelnen Formen. Diese Entwicklung läßt sich an unseren Profilen vom April an auch gut verfolgen. In den Juni-Serien tritt in den untersten Wasserschichten unterhalb der 7-m-Linie schlechter Befall der Köder auf. In den Profilen vom 2. VII. bzw. 8. VII. zeigt sich diese pilzarme Zone erheblich vergrößert. Sie beginnt hier bereits unterhalb der 4-m-Isobathe.

In der sommerlichen Jahreszeit läßt sich eine gute Übereinstimmung der Besiedlung mit den hydrographischen Daten geben. In der warmen Oberflächenschicht bis zu 2 m Tiefe finden wir Temperaturen von 22° C bis 27° C bei einer Sauerstoffsättigung um 100 % bis 110 %. Man konnte diese Zone als Optimum zu dieser Jahreszeit betrachten. Unmittelbar unter der warmen Deckschicht liegt eine Zone etwa 15° C warmen Wassers bis 4 m Tiefe mit vermindertem Sauerstoffgehalt. Hier findet sich, abgesetzt gegen die Oberflächenschicht, nur noch mäßiger Besatz der Köder. In der ziemlich homothermen Tiefenschicht unterhalb der 5-m-Isobathe findet sich merkwürdigerweise bei Temperaturen von 11° C bis 13° C eine spärliche bzw. keine Besiedlung mehr. Nach unseren Befunden waren also in den sommerlich heißen Tagen in der Tiefe des Silbersees das Possimum für die Besiedlung mit saprophytischen Oomyceten zu suchen.

Auch in der mittleren Schicht mit mäßigem Befall der Köder lassen sich einige allgemeine Feststellungen machen. In den Aprilserien reicht diese Zone von der 4-m-Isobathe abwärts bis zum Boden. Schon in der letzten Untersuchung findet sich nur noch ein 2 m breites Band in der Tiefenlage

zwischen 4 und 6 m. Erst in der Juli-Untersuchung ergeben sich krasse Verhältnisse. Die Zone ist dann nur noch einen Meter breit in 3 m Tiefe. Nach weiteren sechs Tagen hat sich das Bild wieder geändert, und die Zone mäßigen Befalls ist praktisch verschwunden. Nur im Westteil des Profils B findet sich noch ein Rest der alten Zone. Der Übergang vom üppigen zum schlechten Bewuchs ist sehr scharf an den Kodern zu erkennen. Damit ist mykologisch eine Sprungschicht vom guten zum schlechten Befall ohne jeden Übergang gegeben.

Im Verlaufe der Temperaturkurve zeigt sich nach unseren Messungen keine eindeutige Parallele. Die Zone mäßigen Bewuchses liegt gerade oberhalb und unterhalb des Temperatursprunges. Auch im Juli zeigt sich dieses merkwürdige Verhalten wieder. Der mäßige Befall ist diesmal gerade unterhalb der oberen Temperatursprungschicht gelegen. Wir möchten annehmen, daß die Temperatur nur mittelbar Ausdruck für irgendwelche hier nicht erfaßten Vorgänge in der Wassersäule ist, die das Pilzleben beeinflussen. Endgültiges läßt sich aus den uns vorliegenden Tatsachen nicht schließen.

In der Oberflächenschicht läßt die Temperatur ebenfalls nur bedingte Schlüsse zu. Sie hindert oder fördert je nach ihrer Höhe das Wachstum der Pilze. So lagen im Juli die Köderleinen 19 und 20 an windstillen sehr heißen Tagen einer sommerlichen Hochdruckwetterlage aus. Hier ist in der Oberfläche ein deutlicher Einfluß der Temperatur wahrzunehmen, wie die begrenzende Sprungschicht anzeigt. Mit der Temperatursprungschicht fällt auch die Grenze des üppigen Befalls der Köder zusammen. Der Temperaturgradient zwischen 2 m und 3 m Wassertiefe beträgt 7,5 C! Damit ist die warme Deckschicht mit ihrem reichen Leben völlig von der darunter liegenden kühleren Wasserschicht abgeschlossen, zumal auch in der Sauerstoffkurve ähnliche Beziehungen zu finden sind. Eine Durchmischung der oberen Wasserschichten durch Winde trat in diesen Tagen nicht ein. Nach Angaben der Wetterwarte Bremerhaven herrschten während der Ausliegezeit der Köderleinen schwache Winde, überwiegend aus östlichen Richtungen, die aber im Laufe der Tage örtlich sehr stark ihre Richtung wechselten. Somit ist die reiche Besiedlung der nur etwa 2 m starken warmen Deckschicht auf günstige Lebensbedingungen, vor allem in bezug auf Wärme und Sauerstoff zurückzuführen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse in der April- und der zweiten Juli-Untersuchung. Hier schiebt sich jeweils vom Ufer aus eine Zunge üppigen Bewuchses der Köder auf den See hinaus. Interessant ist dabei, daß besonders im April nur die oberflächennahe Wasserschicht erfaßt wird. Ein Blick auf die jeweilige Wetterlage gibt ohne Schwierigkeiten die Erklärung.

Zur Zeit der April-Untersuchung herrschten für die Tage des Ausliegens der Köderleinen und auch bereits kurz davor am Silbersee während einer Hochdruckwetterlage Winde aus nördlichen Richtungen in einer Stärke von etwa 2 bis 4. Es werden also in dem kleinen Gewässer nur die oberflächen-

nahen Schichten bis etwa 1 m Tiefe hinunter von den Windeinflussen erfaßt. So ist auch nur die oberste Köderreihe in 20 cm Tiefe üppig bewachsen. Da der Wind von einem eutrophen Ufer weht, bringt er zahlreiche Dauer- und Schwärmstadien aus den pilzreichen Uferbezirken mit, die diese üppige Entwicklung im See ergeben. Der Wind hat aber noch nicht lange und nicht kräftig genug geweht, um auch die etwas tiefer liegenden Zonen mit den Verbreitungsstadien der Pilze zu überschütten. Daß die Serie 4 in ihrer Oberfläche wieder üppiges Wachstum zeigt, ist mit der Nähe des eutrophen Ufers zu erklären ebenso wie bei Serie 9, die vor dem Gehöft an der Ostseite des Sees lag. Hier mögen kleine Wellen aufwühlend gewirkt haben.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse in der zweiten Juli-Untersuchung Hier wehten ziemlich starke südliche Winde während der Ausliegezeit Infolgedessen ist wieder ein Vertriften der Fortpflanzungsstadien von den eutrophen Uferbezirken aus gegeben. Diesmal wird aber eine größere Wassersäule bis etwa 2 m Tiefe erfaßt.

Die Juni-Untersuchung zeigt in der ganzen Oberflächenschicht eine gute Besiedlungsdichte. Besondere Extreme lassen sich nicht erkennen. Es muß also in der ganzen Oberflächenschicht eine gute Durchmischung geherrscht haben. Vergleichen wir diese Feststellung mit den Windmeldungen des Wetteramtes Bremerhaven, so werden für die Tage des Ausliegens der Serien umlaufende Winde in der Stärke wechselnd zwischen 1 bis 4 gemeldet. Es können also keine vorherrschenden Oberflächenstromungen ausgebildet sein, die die Pilze von einem Ufer in bestimmter Richtung auf den See hinaus transportieren könnten, wie wir es bei den vorherigen Profilen beobachten konnten.

Schon aus diesen wenigen Daten zeigt sich ein deutlicher Einfluß der Wasserbewegung — hier hervorgerufen durch die jeweilige Wetterlage — auf die Pilzbesiedlung in den Oberflächenschichten eines Gewässers. Es zeigt sich weiterhin, daß sich verschiedene Wasserräume je nach ihrer Lagerung im Gewässer durch eine verschieden reiche Pilzbesiedlung auszeichnen.

Die festgestellte Verbreitung der Sporulationsformen bei den verschiedenen Profilen erlaubte noch einige interessante ökologische Bemerkungen Es zeigt sich, daß die Sporulationstypen nicht an die Grenze zwischen üppigem und gutem Befall in der Oberflächenschicht gebunden zu sein scheinen. Dort herrschen überall und wohl auch zu jeder Jahreszeit die Myzelien des *Saprolegnia*-Typus vor. In den Befunden vom April und Juni fällt die Verbreitung dieses Typus mit der guten Besiedlungsdichte zusammen. In den beiden Juli-Untersuchungen hat sich das Bild verschoben, auch tiefer, im Bereich mäßiger Bewuchsstärke, findet sich noch der *Saprolegnia*-Typus. Es ist möglich, wie aus den Tafeln 2 und 3 hervorzugehen scheint, daß die Besiedlungsdichte nicht immer mit der Verteilung der Sporulationstypen zusammenfällt. In den Serien vom April liegt die untere Grenze für die Formen des *Saprolegnia*-Typus bei etwa 3 m bis

4 m. So ist es in allen Profilen bis auf die der zweiten Juli-Exkursion. Hier scheint die untere Verbreitungsgrenze höher gezogen zu sein, bis auf etwa 2 m. Die Pilzschichtung im Gewässer ist hier schräg gestellt.

Die quantitativ reichere Besiedlung der Oberflächenschicht mit den Arten des *Saprolegnia*-Typus gegenüber den tieferen Zonen des Sees mit den *Achlya*-Typen bekundet wohl in erster Linie eine Korrespondenz zwischen den Milieufaktoren und den Genotypen der standortbesiedelnden und gefangenen Arten und Rassen. Sie wird aber dazu noch durch zwei weitere Gegebenheiten begünstigt. Einmal erfolgt bei der Gattung *Saprolegnia* wie bei allen andern Angehörigen dieses Sporulationstyps die Entwicklung der Zoosporen sehr schnell. Bei *Saprolegnia diclina* beginnt die Sporulation am zweiten Tag nach Beginn der Wachstumsphase. Die Sporulation erreicht ihr Optimum am 4. Tage. Bei *Achlya oblongata* beginnt die Sporulation einen Tag später, erreicht ihr Optimum auch einen Tag später (Höhnk 1953). Bedenkt man dabei noch, daß die Sporangien des *Saprolegnia*-Typus ihre Sporen sofort ins freie Wasser ausschwärmen lassen, während der *Achlya*-Typus sie erst für längere Zeit zu einer Kugel vor der Mündung des Sporangiums versammelt, bevor sie infektionstüchtig ins freie Wasser entlassen werden, so gewinnen die Angehörigen des *Saprolegnia*-Typus einen zeitlichen Vorsprung. Diese können in der Zeit, in der bei *Achlya* die zweite Generation optimal sporuliert, schon die Sporangien der dritten Generation entleeren. Dabei sind die Schwärmer in der wärmeren Oberflächenschicht des Sees noch agiler als die der in kühlerer Tiefe lebenden Formen. Durch diese ökologischen Faktoren, die neben der Vertriftung die Entwicklung der *Saprolegnia*-Typen in der Oberflächenschicht begünstigen, wird die Schichtung noch wesentlich verschärft.

Der Achlya-Sporulationstypus reicht bis in die obersten Wasserschichten und bildet dort Mischbestände mit dem *Saprolegnia*-Typus. Das Maximum des *Achlya*-Typus liegt unterhalb der 4-m-Linie. Hier trifft man bei fast allen besiedelten Proben auf diese Formen. Die untere Verbreitungsgrenze des Typus fällt zusammen mit der unteren Grenze des mäßigen Befalls der Köder. Reicht also die mäßige Besiedlung bis zum Boden, wie es im April der Fall war, so reicht auch die *Achlya*-Form bis zum Boden. Mit dem Ausweichen der mäßigen Besiedlungsdichte in die höheren Wasserschichten im Laufe des Frühjahrs und Sommers ist auch eine Höherwanderung des *Achlya*-Typus verbunden. Man muß wohl annehmen, daß die mäßige Besiedlungsdichte allein durch die *Achlya*-Typen aufrechterhalten wird; mit deren Zurückziehen aus tieferen Wasserschichten wird automatisch die Grenze mäßigen Befalls in höhere Wasserschichten verlegt. Nur in einer Serie tritt unterhalb der Zone mäßigen Befalls noch spärlicher *Aphanomyces*-Befall der Köder auf.

Die Gattungen *Pythium, Phytophthora* und *Phomopsis* muß man nach unseren Befunden als Ubiquisten im Silbersee betrachten. Überall in der ganzen Wassersäule kommen sie ohne erkennbare Maxima und ohne

Bindung an irgendwelche Schichtungen vor. Man kann bei der Gattung *Phytophthora* ein Ansteigen des Befalls vom Fruhjahr zum Sommer hin feststellen, dann in den Juli-Untersuchungen wieder ein Abfallen. Ähnliches ist bei der Gattung *Phomopsis* zu erkennen. Lediglich die Gattung *Pythium* bietet ein Bild ziemlich gleichmäßiger Verteilung durch alle Profile. Man kann diese drei Gattungen auch häufig als Konkurrenten der Gattung *Achlya* beobachten. Besonders dünnhyphige Formen wie auch der schnelllebige *Aphanomyces* werden dann vollständig uberwuchert und kommen in späteren Kulturen nicht wieder zum Vorschein.

Zusammenfassung.

Im Silbersee bei Bremerhaven, einem etwa 11 m tiefen oligotrophen Heidesee, wurden durch Gebrauch von Koderleinen saprophytische Oomyceten aus der ganzen Wassersäule eingebracht.

Zur Zeit der Vollzirkulation findet sich in der Oberflachenschicht regelmäßig eine ***Saprolegniaceae***-Population, deren Angehorige uberwiegend in der Weise wie die Gattung *Saprolegnia* sporuliert. Im Maße, wie die Zahl dieser Myzelien tiefenwärts bis zum Verschwinden abnimmt, wachst der prozentuale Anteil des *Achlya*sporulationstypus, der in der nachsten Schicht vorherrscht. Die Vertreter der ***Pythiaceae***, die Gattungen *Pythium* und *Phytophthora*, besiedeln den ganzen Wasserkorper. Ein ***Fungus imp.***, *Phomopsis spec.*, tritt auch auf, wenn auch seltener und in den Kulturen später.

Nach der Ausbildung der sommerlichen Teilzirkulation bewohnen die ***Saprolegniaceae*** den oberen, warmen Teil des Gewassers, in dem viele und üppig gewachsene Myzelien gefunden werden. Die Schichtung ihrer Sporulationstypen bleibt erhalten; die Schichten sind aber wesentlich dunner geworden. Unterhalb der Sprungschicht für Temperatur und Sauerstoff wurden nur vereinzelte *Pythium*funde gemacht.

Störungen der Schichtung und Schrägstellung ihrer Grenzflachen erwiesen sich als abhängig von der Richtung und Starke des Windes.

Anschrift der Verfasser:

Dr. K. J. Bock, Kiel, Institut für Meereskunde,

Dr. W. Höhnk, Bremerhaven, Institut für Meeresforschung

Literaturverzeichnis:

Höhnk, W. 1933. Polyplanetism and Zoospore Germination in Saprolegniaceae and Pythium. Am. J. Bot. **20**: 45—62.

Höhnk, W. 1934. Saprolegniales und Monoblepharidales aus der Umgebung Bremens, mit besonderer Berücksichtigung der Okologie der Saprolegniaceen. Abh. Naturwiss. Verein Bremen **29**: 207—237.

Höhnk, W. 1953. Eine neue uferbewohnende Saprolegniazee: Calyptralegnia ripariensis nov. spec. Veröff. Inst. f. Meeresforschg. Bremerhaven **2**: 230—235.

Lundbeck, J. 1951. Zur Kenntnis der Lebensverhältnisse in sauren Binnenseen. Arch. Hydrobiol. Suppl. **20**: 18—117.

Mattfeldt, J. und R. Tüxen. 1927. Unveröffentlichte Stellungnahmen zur Frage: Soll der Silbersee ein Naturschutzgebiet werden? Abheftung beim Katasteramt Bremerhaven für den Kreis Wesermünde.

Stoll, J. 1936. Die Saprolegnieen der Umgebung von Greifswald. Mitt. Naturwiss. Verein Neuvorpommern und Rugen in Greifswald **63**: 20—42.

Studien zur Brack- und Seewassermykologie IV

Ascomyceten des Küstensandes

Von Willy Höhnk

Mit 2 Tafeln.

Bei den Arbeiten zum Nachweis der Pilze im Küstengrundwasser am Nordstrand der Insel Wangerooge wurden während der Ebbezeit auch Oberflächenproben vom weißen Sande des Watts eingebracht. Auch sie wurden im membrangefilterten Meerwasser in Petrischalen mit Strohschnitzeln, Pinuspollen, Hanfsamen und Chitinteilen beköderi.

Sowohl die dem Sand aufliegenden als auch die vom Sand bedeckten Köder blieben von den im folgenden beschriebenen beiden Pilzen unbesiedelt. Wohl aber bildeten sich a n den glasklaren oder auch leicht gelblichen Q u a r z k ö r n e r n und auf dem Schalenboden dunkle bis schwarze Flecke, die über Tage und Wochen zu schwarzen Kugeln wurden. Die Kugeln erwiesen sich als Perithecien, die mit breitem Fuß den Substraten aufsaßen.

Danach eingeholte Sandproben vom Südstrand Wangerooges und Quarzkörner, die den Holzspänen vom Hafenbollwerk anhafteten, zeigten diese Perithecien nach zwei Monaten auch, und zwar in guter bis reicher Menge.

Spätere Funde ergaben sich aus den Proben vom Watt bei Wremen (15 km nördlich von Bremerhaven), das in der Flutrichtung von Wangerooge liegt, und bemerkenswerterweise auch aus denen vom Strande bei Schilksee an der Kieler Förde. Vermutlich sind die Standorte am sandigen Ostseestrand häufiger.

Das Verbreitungsgebiet ist meerwärts nicht durch den Salzgehalt begrenzt, denn die Standorte bei Wangerooge liegen im marinen und polyhalinen Raum. Bei Wremen und bei Schilksee an der Kieler Förde ist das Wasser im Durchschnitt mesohalin. Dagegen ließen sich in den vielen Sandproben vom oligohalinen und limnischen Ufer der Weser und ihrer Zuflüsse bis etwa 40 km flußaufwärts diese Pilze nicht feststellen. Vermutlich sind sie Bewohner des Meer- und Brackwassers. Ihr Verhalten gegenüber einer Salzstufenleiter und noch mehr die Frage, ob die Kieselsäure des Substrates für sie lebenswichtig ist, sind der Gegenstand der laufenden Kulturarbeiten.

Beim Präparieren und Zeichnen der Entwicklungsstadien überraschte die Tatsache, daß nach der Morphologie der Ascosporen zwei Arten vorliegen. Die Gestalt der Perithecien ist bei beiden so ähnlich, daß anfänglich keine Unterscheidung möglich war. Erst der spätere Vergleich ergab, daß bei *Arenariomyces trifurcatus* die Achsen der Perithecien kleiner bleiben.

Beide Pilze sind Pyrenomyceten und gehören zu den ***Hyalodidymae*** der ***Sphaeriaceae.*** Subiculum und Perithecium sitzen oberflächlich. Paraphysen fehlen. Die Ascosporen sind zweikammrig und haben auch keine Pseudosepten. Mit diesen Eigenschaften unterscheiden sie sich von *Peritrichospora* LINDER. Mit dieser Gattung haben unsere Pilze die spitzigen Anhängsel überein, die sowohl an den beiden Enden der Spore als auch um deren Gürtel herum sitzen können.

Arenariomyces gen. nov.[1])

Peritheciis solitariis, ad superficiem granuli silicii, in subiculo plano, globosis aut subglobosis, carbonaceis aut coriaceis, nigris, rare parvis centralibus papillatis (ostiolis); paraphysibus absentibus; ascis fusiformibus aut leguminosis; ascosporis 8, fusiformibus, hyalinis, ad utrumque apicem appendiculis hyalinis apiculatis.

Arenariomyces cinctus spec. nov.

Tafel 1, Abb. 1—5.[2])

Der Pilz wurde mit Bodenproben von den bei Ebbe trockenlaufenden Sandbänken des Watts eingebracht. Er trat auch an Quarzkörnern zwischen Holzsplittern auf.

Peritheciis solitariis, ad superficiem granuli silicii, in subicolo plano, globosis aut subglobosis, axis 98—235×98—190 μ, carbonaceis aut coriaceis, nigris, rare parvis centralibus papillatis; paraphysibus absentibus; ascis fusiformibus aut leguminosis, axis 83,5—138×35—50 μ; ascosporis 8, fusiformibus, hyalinis, ad utrumque apicem 1 aut plurimis appendiculis apiculatis, axis sine appendiculis (24,3—)27—29,4(—32,4)×7,5—10 μ; appendiculis terminalibus hyalinis longis (9,4—)10,8—13,5(—17,5) μ, diametro ad basin 1—1,5 μ, ad septum centrale plurimis — multis (ca. 8) ± rectis aculeis, longis 8,1—10,8 μ, brevibus 1 μ.

Die Hyphen sind septiert, 2—3,5 μ breit und hyalin oder leicht umbra gefärbt.

Die fast kugeligen Perithecien sitzen dem Quarzkorn einzeln mit breiter Sohle auf. Ihre Höhe mißt 98—235 μ, ihre Breite 98—100 μ. Ihre Wand ist

[1]) arenarius = sandbewohnend.

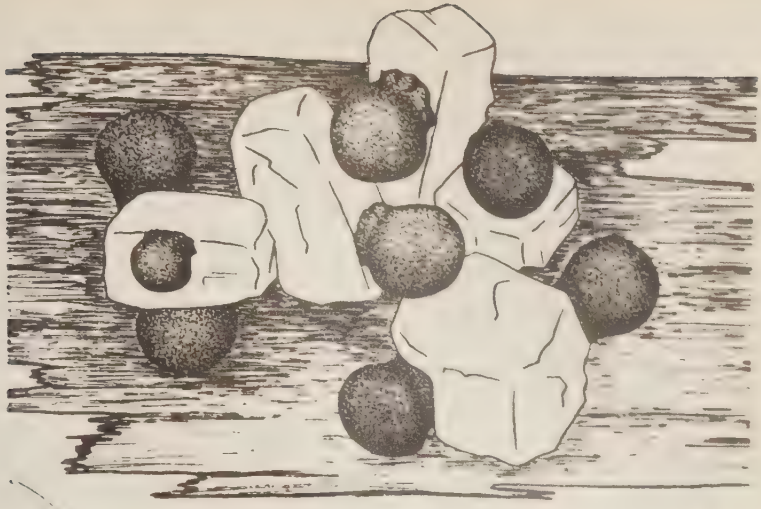
[2]) Die beiden Tafeln wurden von der techn. Assistentin, Frl. R. NAUJOKS, gezeichnet.

Tafel 1: *Arenariomyces cinctus* HÖHNK.

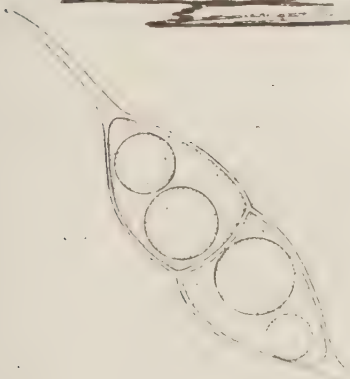
Abb. 1 und 2: Habitus der Fruchtkörper an Quarzkörnern und losgelöst davon, ca. 40 bzw. 110 ×

Abb. 3: Ascus mit 8 Sporen, ca. 330 ×

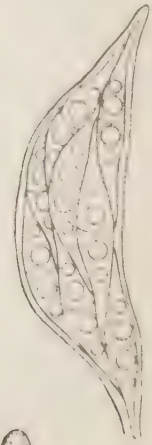
Abb. 4 und 5: Ascosporen mit Gürtelbestachelung und Fortsätzen an den Enden, gerade und gewinkelt, ca. 930 ×



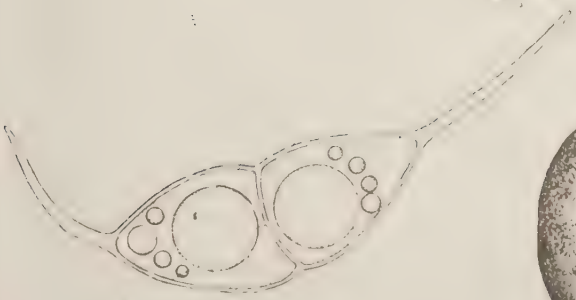
1



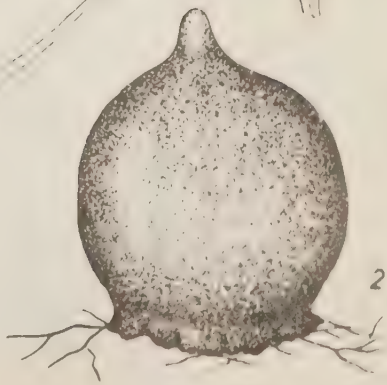
4



3



5



2

schwarz, brüchig bis ledrig und läßt einzelne Elemente nicht mehr erkennen. Gelegentlich ist auf ihrem Scheitelpunkt eine kurze Papille vorhanden. — Die Asci sind zur Zeit der reifen Ascosporen gewöhnlich aufgelöst oder zerplatzen bei der Öffnung des Peritheciums. Die gelegentlich beobachteten Asci hatten Spindel- oder Erbsenhülsenform, Längen von 83,5—138 μ und Breiten von 35—50 μ und enthielten acht normale Ascosporen; ihre Membran ist farblos und gleichmäßig dünn. — Die Ascosporen sind hyalin, spindelförmig, zweikammrig, laufen oben und unten in einen feinen, langen Stachel aus und haben um den Gürtel etwa acht oder mehr fadenartige, dünne, sparrig abstehende, gerade Stacheln. Die Achsen der Ascosporen messen ohne Spitzen (24,3—)27—29,4(—32,4)×7,5—10 μ, die spitzenverlängernden Stachel sind an der Basis 1—1,5 μ breit, (9,4—)10,8—13,5(—17,5) μ lang, verlaufen in der Hauptachse oder biegen sich winkelig dazu, sind gerade, gebogen oder auch gewellt. Durch die Zwischenwand sind die Ascosporen in der Mitte leicht gegürtelt. Die in dieser Delle sitzenden fadenartigen, meist starren Stacheln, etwa acht insgesamt, sind 8,1—10,8 μ lang und bis zu 1 μ breit. In reifem Zustand enthält jede der beiden Kammern ein oder zwei große Öltropfen.

Der Sporenaustritt findet gewöhnlich durch Sprengung oder Bruch der Perithecienwand statt. Die gelegentlich beobachtete Papille am Scheitel wird nur sehr selten die Austrittsöffnung.

Fundorte:

Wangerooge,	Nordstrand, mittwegs zwischen Hoch- und Tiefwasserlinie, weißer Sand des Strandes, 21. 7. 1952.
„	Watt in Hafennähe; sandiger Boden, 25. 7. 1952.
„	An Sandkörnern der Holzschnitzel vom Hafenbollwerk. 31. 7. 1952. Zweimal.
Wremen,	Sandbank des Watts. 24. 11. 1953.
Schilksee,	an der Wasserlinie des sandigen Strandes, 12. 7. 1953.

Arenariomyces trifurcatus spec. nov.

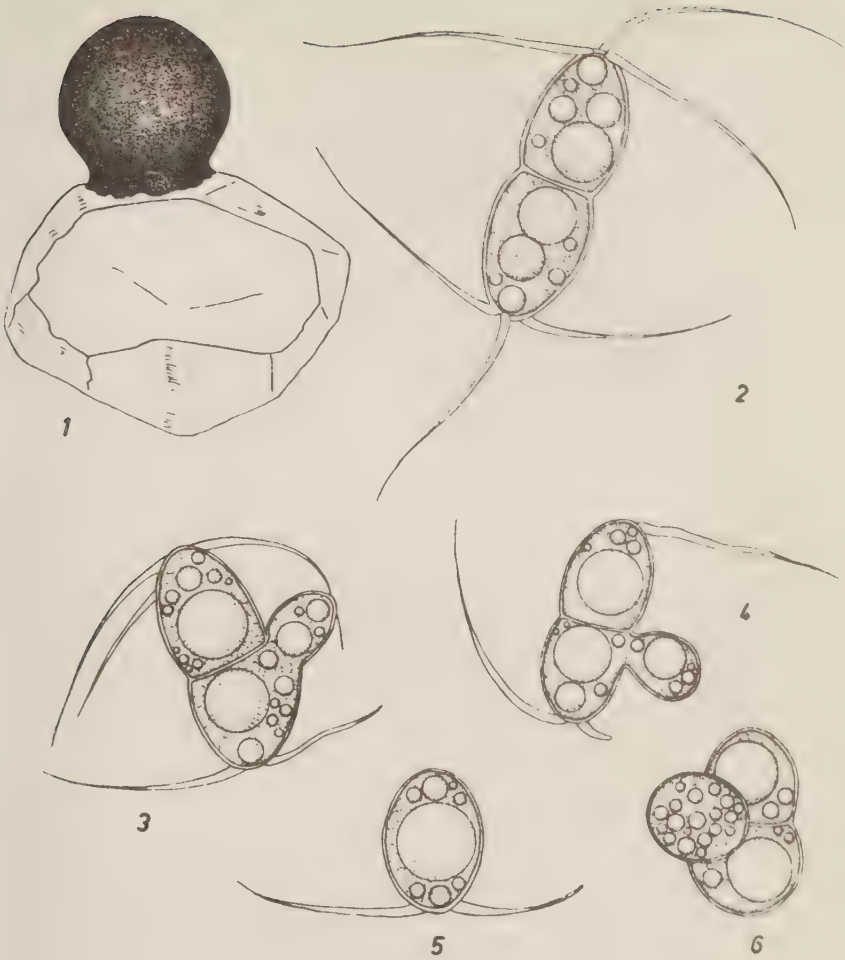
Tafel 2, Abb. 1—6.

Dieser Pilz ist ein zweiter Bewohner des Küstensandes. Er wurde in einigen Proben neben dem vorigen gefunden, war aber nicht so häufig und wurde auch erst später bemerkt.

Antheridiis solitariis, ad superficiem granuli silicii, globosis aut subglobosis, axis 127—166 μ, carbonaceis aut coriaceis, nigris, laevibus; paraphysibus absentibus; probabile ascosporis 8 in utroque asco, hyalinis, fusiformibus, ad utrumque apicem 3 appendiculis acutis, 1 septis, longis 28,3—32,5 μ, brevibus 9,3—10,8 μ, appendiculis acutis longis 24,3—32,5 μ, diametro ad basim 1,4 μ.

Die Hyphen sind septiert, hyalin oder bräunlich und 2—4 μ breit.

Die Perithecien sind fast kugelig und sitzen dem Quarzkorn mit einem sockelartigen Fuß (Subiculum) fest auf. Höhe und Breite sind fast gleich, beide Achsen liegen gewöhnlich zwischen 127—166 μ. Ihre Wand ist schwarz, ledrig bis kohlig-brüchig und läßt einzelne Elemente nicht mehr erkennen.



Tafel 2: *Arenariomyces trifurcatus* Höhnk.

Abb. 1: Habitus des Fruchtkörpers, ca. 80 ×

Abb. 2: normale Ascospore, ca. 930 ×

Abb. 3—6: Deformierte und degenerierte Ascosporen. Die jugendlichen Perithecien wurden vom quarzigen Substrat gelost und ruhten danach auf holzigem oder schlickigem Substrat oder hingen frei. Der Umriß wird unregelmaßig, die Kammern ungleich, eine wird unterdruckt, und die Endfortsatze nehmen an Zahl und Länge ab, ca. 930 ×.

Der Sporenaustritt findet nach Sprengung oder Bruch der Perithecienwand statt. — Die Asci waren schon vor dem Spoenaustitt aufgelöst, es wurden noch keine reifen beobachtet. — Die Anordnung ihrer Sporen bei der Öffnung läßt auf acht in jedem Ascus schließen. Die Ascosporen sind hyalin, spindelförmig, zweikammrig und an der oberen und unteren Spitze mit je drei langen, spitz auslaufenden Stacheln versehen. Die Achsen der Ascosporen ohne Stacheln messen 28,3—32,5×9,3—10,8 μ. Die Stacheln sind 24,3—32,5 μ lang, an der Basis etwa 1,4 μ dick und verjüngen sich nach dem Ende spitzig. Sie verlaufen gewöhnlich leicht bogig oder auch leicht gewellt. Durch eine Zwischenwand ist die Ascospore in der Mitte deutlich gegürtelt. Im reifen Zustand ist jede der beiden Kammern mit Öltröpfchen verschiedenen Durchmessers gefüllt.

Die Streuung der Achsenmaße ist bei dieser Art kleiner als bei der vorigen Art, *A. cinctus*. Sie deckt etwa die niedere Hälfte jener Werte. Sonst sind die Perithecien nach Form und Farbe kaum zu unterscheiden; erst die Form, der Sitz und die Zahl der Stacheln bei den Ascosporen ließ die verschiedenen Arten erkennen.

Fundorte:

Wangerooge, Watt des Nordstrandes, Tidenhubzone, 21. 7. 1952.
Schilksee, an der Wasserlinie des sandigen Strandes, 12. 7. 1953.

Das Myzel dieser Pilze findet sich im Sand des Watts an der Meeresküste. Die unauffälligen Hyphen durchziehen die Hohlräume zwischen den Quarzkörnern, kriechen oder haften an diesen oder auf dem gläsernen Schalenboden und formen vor der Perithecienbildung ein auffallendes Geflecht, das als dunkler, schwärzlicher Fleck erscheint. Auf diesem festwerdenden Subiculum wölbt sich dann das Perithecium auf. Die Bildung des Fußes und des Fruchtkörpers dauert lange, sie nimmt Wochen.

Bemerkenswert ist noch die folgende Beobachtung. Löst man ein junges Perithecium mit Subiculum vorsichtig mit Nadeln vom Quarzkorn, daß es frei an den wenigen Hyphen hängt oder statt des quarzigen Substrates eine holzige oder schlickige Unterlage berührt, resultieren Kümmerformen der Ascosporen. Diese zeigen dann einen unregelmäßigen Umriß, ungleiche Kammern, Reduktion einer Zelle und Abbau der Anhängsel bis zu deren Unterdrückung. Einige solcher Deformationen zeigt die Tafel 2. Ob die Lösung von der kieselsäurehaltigen Unterlage dafür die Ursache ist, ist noch eine unbeantwortete Frage.

Die unterschiedlich geformten und nach dem Sporenaustritt sich z. T. rechtwinklig zur Sporenhauptachse abwinkelnden Fortsätze oder Anhängsel der Ascosporen können für zweckdienlich in doppelter Hinsicht gehalten werden. Einmal dürften sie durch die Oberflächenvergrößerung die Schwebefähigkeit und -dauer erhöhen bzw. verlängern, und zum andern können sie als Festhalte- oder Verankerungsvorrichtungen dienen. Diese Auffassung drängt sich auf, weil die Einrichtungen bei den Ascosporen einiger anderer Wasserformen ähnlich zu deuten sind. Ein noch un-

veröffentlichter Holzpilz hat auch die sich abwinkelnden Spitzen an den Enden; diese sind außerdem noch enterhakenförmig gebogen. Ein ganz anderes Prinzip liegt bei *Halophiobolus opacus* zum gleichen Zweck vor. Die kurzen konischen Endstücke der Ascosporen enthalten eine klebrige Substanz; sie tritt aus und befestigt so die Spore am Substrat.

Diese offensichtlich zum wässrigen Habitat korrespondierenden Einrichtungen zeigen sich schon an den Formen der ersten Aufsammlungen von höheren Pilzen. Sie stützen in erwünschter Weise die Annahme, daß das Wasser eine Pilzflora birgt, die nicht nur auf die Phycomyceten beschränkt ist. Bemerkenswert ist dabei der Umstand, daß zur Zeit vom salzigen Wasser mehr ***Ascomycetes*** bekannt sind als vom limnischen. Es erwächst daraus die Vermutung, daß bei einer Überprüfung dieser Verhältnisse uns manches Neue entgegentreten wird.

Anschrift des Verfassers:
Dr. W. Höhnk, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven-G.

Literaturverzeichnis.

Den Herren Dr. H. Johannes, Biol. Bundesanstalt in Braunschweig, Prof. Dr. Zycha, Mykologisches Institut in Hann.-Münden, und Frl. Dr. Müller, Institut für Mikrobiologie in Mahlum über Derneburg, bin ich für die Unterredungen und Bereitstellung von Literatur herzlich dankbar.

Ainsworth, G. C. and G. R. Bisby. A dictionary of the Fungi. Kew. 1950.

Barghoorn, E. S. and D. H. Linder. Marine Fungi: Their Taxonomy and Biology. Farlowia **1**: 395—467; 1944.

Clements, F. E. and C. L. Shear. The genera of Fungi. New York, The H. W. Wilson Comp. 1931.

Gäumann, E. Vergleichende Morphologie der Pilze, Jena 1926.

Höhnk, W. Studien zur Brack- und Seewasserpilzkologie I. Veröff. Inst. f. Meeresforschung, Bremerhaven. **1**: 115—125.

— Ein Brackwasserpilz: Olpidium maritimum nov. spec. Veröff. Inst. f. Meeresforschung, Bremerhaven. **2**: 224—229.

Johannes, H. Bestimmungstabelle für Pilze. (Laborschlüssel.) Biol. Bundesanstalt, Braunschweig 1953.

Lindau, G. in Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfamilien **1**, 1897.

Munk, A. The System of the Pyrenomycetes, Copenhagen 1935.

Nannfeldt, J. A. Nova Acta Regiae Soc. Sci. Uppsalensis, Ser. IV, 8., 1932.

Saccardo, Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum. **1—25**. 1882—1931.

Theissen, F. und H. Sydow. Die Dothideales. Ann. Myc. **13**; 1915.

Wilson, I. M. Notes on some marine Fungi. Trans. Brit. Mycol. Soc. **34**; 540—43. (Referat in Biological Abstracts.)

Wolf, F. A. and F. T. Wolf. The Fungi. New York, J. Wiley a. Sons, 1948.